

Roberta Castiglioni & Massimo Favaron

Ecologia e distribuzione della Marmotta alpina
(*Marmota marmota marmota* L., 1758)
(Mammalia, Sciuridae) in Valsassina Orientale
(Prealpi Lecchesi)

Riassunto - Questo lavoro espone i risultati di una ricerca avviata nel 1999, al fine di studiare l'ecologia e la distribuzione della Marmotta alpina (*Marmota marmota marmota* L., 1758) sulle Alpi Orobie occidentali e sulle Prealpi lecchesi e bergamasche.

In tale zona la specie si estinse a metà del 1800 e venne reintrodotta a partire dagli anni '70; da allora sono state poco indagate sia la distribuzione che l'ecologia.

Nell'area di studio, che occupa 1.265 ettari e che si sviluppa attorno al gruppo dello Zuccone Campelli, tra i 1.500 e i 2.159 m, sono stati effettuati: il censimento/mappaggio delle tane; l'esame dei principali parametri ecologici che le caratterizzano; l'analisi della selezione dell'habitat in relazione alla disponibilità ambientale e l'analisi della struttura di quattro sistemi di tana. Inoltre sono stati ottenuti degli indicatori di vocazionalità utilizzati per sviluppare un modello di analisi dell'idoneità ambientale valido, quale modello previsionale, per il settore occidentale delle Alpi Orobie e delle limitrofe Prealpi.

Parole chiave: *Marmota marmota*, Valsassina Orientale, Italia settentrionale, selezione dell'habitat.

Abstract - Ecology and distribution of Alpine marmot (*Marmota marmota marmota* L., 1758) (Mammalia, Sciuridae) in Eastern Valsassina (Lecchesi Prealps, Italy).

This work explains the results of research that has been conducted since 1999, to study the ecology and distribution of Alpine marmot (*Marmota marmota marmota* L., 1758) on the Western Orobie Alps and Lecchesi/Bergamasche Prealps.

In this area, this species went extinct in the mid 1800 and was reintroduced in the 70s; since then its distribution and ecology has not been studied adequately.

The research area occupies 1.265 hectares and surrounds the mountain Zuccone Campelli, between 1.500 and 2.159 meters of altitude. Here we conducted burrows census/mapping; the exam of the main ecological parameters that characterize them; the analysis of the habitat selection in relation to environmental availability and structural analysis of four burrow systems. We have also obtained indicators of suitability, used to develop a model of analysis of environmental suitability, valid, as an anticipatory model, for the western part of Orobie Alps and bordering Prealps.

Key words: *Marmota marmota*, East Valsassina, northern Italy, habitat selection.

Introduzione

Le conoscenze storiche relative alla Marmotta sulle Alpi Orobie e sulle Prealpi lecchesi sono piuttosto scarse.

Le poche informazioni che è stato possibile rintracciare testimoniano che, in queste zone, fino alla prima metà del 1800, la Marmotta era presente: Medici (1836) la cita tra gli animali del Legnone ed Arrigoni (1840) tra quelli della Valsassina. Probabilmente, nel corso della seconda metà del 1800, la specie si estinse a causa della caccia e non si rilevano segnalazioni già dagli ultimi decenni del XIX secolo: Cermenati (1892) non cita la specie né tra le pelli che compaiono sul mercato di Lecco, né tra le prede dell'Aquila (*Aquila chrysaëtos* L., 1758) sui monti della Valsassina. Sui monti attorno a Barzio, la Marmotta non è più citata nelle cacce di fine Ottocento (Buzzoni, 1974) e non viene menzionata tra gli animali della zona di Premana (Gianola, 1890).

Negli anni '50 lo sciuride era quasi totalmente assente sull'arco orobico e venivano condotti i primi tentativi di ripopolamento in alta Valle Brembana. Negli anni '60 la presenza della specie risultava accidentale, ma certa (Bertolini *et al.*, 1979).

Negli ultimi decenni si è registrato un notevole incremento numerico delle colonie ed un correlato ampliamento dell'areale. Probabilmente, il successo è da imputarsi alle mutate condizioni socio-economiche della montagna e allo sviluppo di una adeguata legislazione venatoria che vieta la caccia alla Marmotta.

Il citato incremento numerico è stato motivo di indagine da parte di alcuni ricercatori agli inizi degli anni '90 (Panseri, 1992; Frigerio 1993; Bianchi, 1994; Bovone, 1994).

Scopo della ricerca

Per poter attuare una corretta gestione faunistica è necessario disporre di studi e di dati aggiornati oltre che di mappe di distribuzione reale e potenziale.

Al fine di apportare più dettagliate informazioni, dal 1999, in Valsassina, viene condotta una ricerca sull'ecologia della specie (Castiglioni, 2001).

Fino ad ora è stato possibile rilevare la distribuzione della specie sul territorio, attraverso il censimento e la mappatura dei sistemi di tana; valutare il ruolo dei principali parametri ecologici che caratterizzano gli insediamenti ed effettuare una analisi delle preferenze dell'habitat, ovvero determinare la relazione esistente tra le colonie e la disponibilità ambientale. Attraverso la raccolta di queste informazioni è stato possibile ottenere degli indicatori di vocazionalità utilizzati per sviluppare un modello di analisi dell'idoneità ambientale, valido, quale modello previsionale, per il settore occidentale delle Alpi Orobie. E' stata, inoltre, analizzata la struttura di alcuni sistemi di tana.

Area di studio

La ricerca è stata condotta sul versante orientale della Valsassina, in un'area centrata attorno al gruppo dello Zuccone Campelli, a quote comprese tra i 1.500 e i 2.159 m. Tale area ricade per la maggior parte in Provincia di Lecco nei comuni di Barzio e Moggio e, per il restante, in Provincia di Bergamo nei comuni di Taleggio e Vedeseta.

Complessivamente l'area campione occupa 1.265 ettari, distribuiti in un tipico ambiente prealpino, caratterizzato da rilievi carbonatici privi di vegetazione ad alto fusto, con blandi ripiani a pascolo, modellati da antichi ghiacciai e dal carsismo e dominati dagli aspri rilievi dolomitici del gruppo Campelli (Nangeroni, 1992).

Sotto il profilo vegetazionale, l'area rientra nell'orizzonte alpino (Ravazzi *et al.*, 2000). Il clima è di tipo continentale (Bini, 1986; Francani, 1971).

I limiti dell'area di studio sono stati tracciati in modo da comprendere: i Piani di Bobbio, i Piani di Artavaggio, il gruppo dello Zuccone Campelli ed il Monte Sodadura, zone nelle quali la presenza della Marmotta è ormai pluridecennale. L'alternanza di pianori e rilievi montuosi garantisce la presenza della massima eterogeneità nelle pendenze e nelle esposizioni.

Nella tracciatura dei confini ci si è attenuti a limiti topografici ben rilevabili in carta e sul territorio, quali impluvi o displuvi. In assenza di precise delimitazioni si è utilizzato il criterio di non scendere al di sotto del limite superiore della vegetazione arborea (1.500/1.600 m). La conoscenza pregressa dell'area ha permesso di escludere la presenza della specie al di sotto di tale limite. In alcuni casi ci si è attenuti ai confini comunali.

L'inquadramento relativo alla fauna vertebrata presente nell'area è desumibile dagli atlanti regionali (Bricchetti & Fasola, 1990; Fornasari *et al.*, 1992; SHI, 2000; Prigioni *et al.*, 2001).

Materiali e metodi

Raccolta dati

La raccolta dei dati si è svolta dal 1999 al 2002.

La valutazione della distribuzione della Marmotta può essere realizzata o tramite l'osservazione diretta degli animali o con il rilevamento delle loro tane (Peracino & Bassano, 1992), che sono un elemento di fondamentale importanza nelle strategie di uso del territorio da parte della specie (Lenti Boero, 1985; Macchi *et al.*, 1992).

Nel presente lavoro, per effettuare una corretta analisi della distribuzione, sono state rilevate solo le tane utilizzate (Peracino & Bassano, 1987; Lenti Boero, 1988), ovvero quelle che mostrassero segni certi di presenza, quali: fieno, escrementi, resti alimentari, impronte, sassi di grosse dimensioni sporchi di terra e cerosi al tatto, utilizzati per i bagni di sole e per lo stazionamento e sentieri di collegamento tra le diverse aperture.

Tutta l'area campione è stata esplorata. Le colonie censite sono state individuate, raggiunte e identificate con un codice, dopodiché ne sono stati rilevati i parametri ambientali.

Il confine di ogni colonia è stato riportato sulla Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1:10.000. L'estensione di ciascuna colonia è stata valutata rilevando la posizione degli ingressi di tana più esterni (Macchi *et al.*, 1992).

Per poter realizzare un modello ecologico utile a ricavare la capacità faunistica di un'area per una data specie è necessario individuare i fattori ambientali importanti per la biologia della specie stessa (Apollonio, 1987) che, nel caso della Marmotta, al fine dell'insediamento di una colonia, sono: l'altitudine, l'esposizio-

ne del versante, l'inclinazione del pendio e la composizione fisionomica dei territori (Mann & Janeau, 1988; Lenti Boero, 1988; Grimod & Bassano, 1991).

Individuati i parametri sopra citati come utili alla descrizione dell'ecologia della Marmotta si è provveduto al loro rilevamento in campo:

- altitudine* minima e massima del sistema di tana;
- esposizione* del versante su cui è posizionato il sistema di tana (in gradi);
- inclinazione* del pendio (in gradi);
- habitat*, in base a sei tipologie ambientali;
- numero totale di aperture* presenti all'interno dell'area occupata;
- numero di individui avvistati*.

Per quattro sistemi di tana è stata effettuata una analisi di dettaglio della struttura. Per ogni sistema sono state rilevate le caratteristiche delle aperture:

- altezza*;
- larghezza*;
- inclinazione del primo tratto di tunnel* misurandone con un clinometro i primi 30 cm;
- lunghezza del primo tratto di tunnel*, misurato con un metro rigido fino alla profondità massima di 1 metro;
- esposizione dell'apertura*;
- protezione dell'apertura* da parte di massi o arbusti;
- presenza di terrazzino e quantità del materiale che lo costituisce*.

Elaborazione dati

Elaborazioni cartografiche

Al fine di analizzare i dati raccolti, è stato necessario elaborare carte tematiche dell'area di studio relative ad altimetria, esposizione e pendenza. Questi parametri, oltre ad essere ritenuti prioritari in letteratura al fine dell'insediamento di una colonia, hanno anche il vantaggio di essere desumibili, mediante elaborazioni, dalla cartografia di base. Ciò permette la successiva applicazione del modello ottenuto ad altre aree.

Utilizzando il sistema informativo territoriale MapInfo 4.1 (1985-1996), si è provveduto alla digitalizzazione delle curve di livello ogni 10 m, utilizzando come base cartografica la C.T.R. in scala 1:10.000. La restituzione dei dati di elevazione sulla griglia di riferimento è stata effettuata usando una interpolazione polinomiale bivariata di ordine 5 definita sui triangoli di Delaunay ottenuti tassellando i punti di elevazione noti secondo la procedura descritta in Akima (1978). Mediante tale procedura è stato possibile ottenere carte tematiche in formato *raster*, alla risoluzione spaziale di 100 m nel sistema di riferimento Gauss-Boaga. Tali carte, costituite ciascuna da 1.263 *pixel*, hanno permesso di calcolare le distribuzioni di frequenza dei tre parametri considerati, suddividendoli nelle seguenti classi:

- altitudine*, 6 classi (fasce altimetriche) di 100 m di intervallo ciascuna;
- esposizione*, 8 classi (ottanti: N, NE, E, SE, S, SO, O, NO);
- pendenza*, 7 classi di 10° di pendenza ciascuna.

Nella descrizione e nella presentazione dei risultati, le classi comprendono i valori maggiori o uguali al limite inferiore e minori di quello superiore.

Elaborazioni statistiche

Le carte tematiche hanno permesso di calcolare le superfici occupate da ciascuna delle classi sopra esposte, ovvero la disponibilità ambientale e le densità dei sistemi di tana per classe.

Il test χ^2 è stato utilizzato per accettare o rifiutare l'ipotesi che il numero di colonie fosse distribuito uniformemente rispetto allo spazio, cioè che il numero di sistemi di tana presenti all'interno di ciascuna fascia altimetrica o di pendenza o esposizione fosse proporzionale alla superficie della fascia medesima.

Il test sui limiti fiduciali di Bonferroni è stato impiegato nei casi in cui il test precedente ha permesso di accertare una distribuzione non casuale, in modo da verificare il livello di utilizzo delle varie categorie: sottoutilizzo, soprautilizzo e utilizzo in proporzione alla disponibilità.

I risultati del Test di Bonferroni sono stati a loro volta tradotti in carte tematiche per avere una rappresentazione visiva della distribuzione delle aree oggetto di una selezione dell'habitat positiva o negativa da parte della Marmotta, relativamente a ciascuno dei parametri considerati.

Inoltre, i risultati del Test di Bonferroni sono stati utilizzati anche quali criteri di vocazionalità. Su tale base, le aree a massima vocazionalità, rispetto ad un certo parametro ambientale, sono quelle che rientrano nelle classi soprautilizzate; la vocazionalità decresce poi per le aree corrispondenti a classi di utilizzo pari all'atteso e, ancor più, per le aree sottoutilizzate. In aggiunta si è considerata ancora inferiore la vocazionalità di quelle classi nelle quali non è stata riscontrata la presenza di alcun sistema di tane.

A tali valori si sono attribuiti i seguenti punteggi numerici: inutilizzo= 0; sottoutilizzo= 1; utilizzo pari all'atteso= 2; soprautilizzo= 3.

Va ricordato che tali criteri, che assumono il valore di classi di vocazionalità nell'area di indagine, assumono il significato di criteri di potenzialità per tutte le aree ad essa esterne nelle quali si volesse determinare, sulla base delle sole caratteristiche ambientali considerate, l'idoneità ad ospitare la specie.

Tali criteri, relativi ai tre temi presi in considerazione (altimetria, esposizione e pendenza), sono stati utilizzati per determinare, per ogni pixel di 100 m di lato, la vocazionalità complessiva. A tal fine si è operato semplicemente mediante la somma algebrica dei punteggi conseguiti per ciascun tema.

Risultati e discussione

Densità e distribuzione dei sistemi di tana.

Nell'area di studio sono stati censiti e mappati 61 sistemi di tana. La superficie complessiva occupata dai sistemi di tana risulta di 43,4 ettari, pari al 3,4% del territorio. L'estensione media dei sistemi di tana è di 0,71 ettari (0,05-4,97 ha; D.S.= 0,82).

La densità nell'area di studio risulta essere di 0,05 tane/ettaro.

In totale sono stati avvistati 128 individui.

Selezione dell'habitat

Altimetria

La distribuzione delle superfici relative alle diverse fasce altimetriche risulta

unimodale con moda corrispondente alla fascia 1.700-1.800 m. La densità dei sistemi di tana ha un andamento bimodale, con un massimo di densità nella fascia 1.900-2.000 m ed un secondo picco, meno marcato, nella fascia 1.700-1.800 m. Il confronto tra la disponibilità ambientale e la densità dei sistemi di tana evidenzia una scarsa corrispondenza tra le distribuzioni dei due parametri (Fig. 1). Il test del χ^2 relativo alla distribuzione dei sistemi di tana in funzione della quota ($\chi^2 = 23,81$; G.L. = 6; $p < 0,001$) permette di affermare che la distribuzione delle tane non è direttamente correlata con la disponibilità ambientale. Dal Test di Bonferroni ($\alpha = 0,9$; $k = 7$; $p = 0,0071$; $z = 2,452$) risulta un sottoutilizzo delle fasce altimetriche inferiori (<1.700 m) e di quelle superiori (>2.000 m) e un utilizzo pari all'attesa delle fasce intermedie. Una possibile spiegazione dell'assenza della Marmotta al di sotto di certe quote potrebbe dipendere, oltre che dall'assenza di un habitat idoneo, dalle scarse capacità della specie di eliminare l'eccesso di calore, fatto che ridurrebbe l'attività in superficie durante i giorni estivi molto caldi (Arnold, 1992).

L'assenza di colonie alle quote superiori ai 2.000 m è presumibilmente imputabile alla morfologia del territorio.

Ciò è in linea con quanto noto in letteratura (Grimod & Bassano, 1991; Frigerio *et al.*, 1994) con le debite variazioni dovute alla differenza tra le aree indagate.

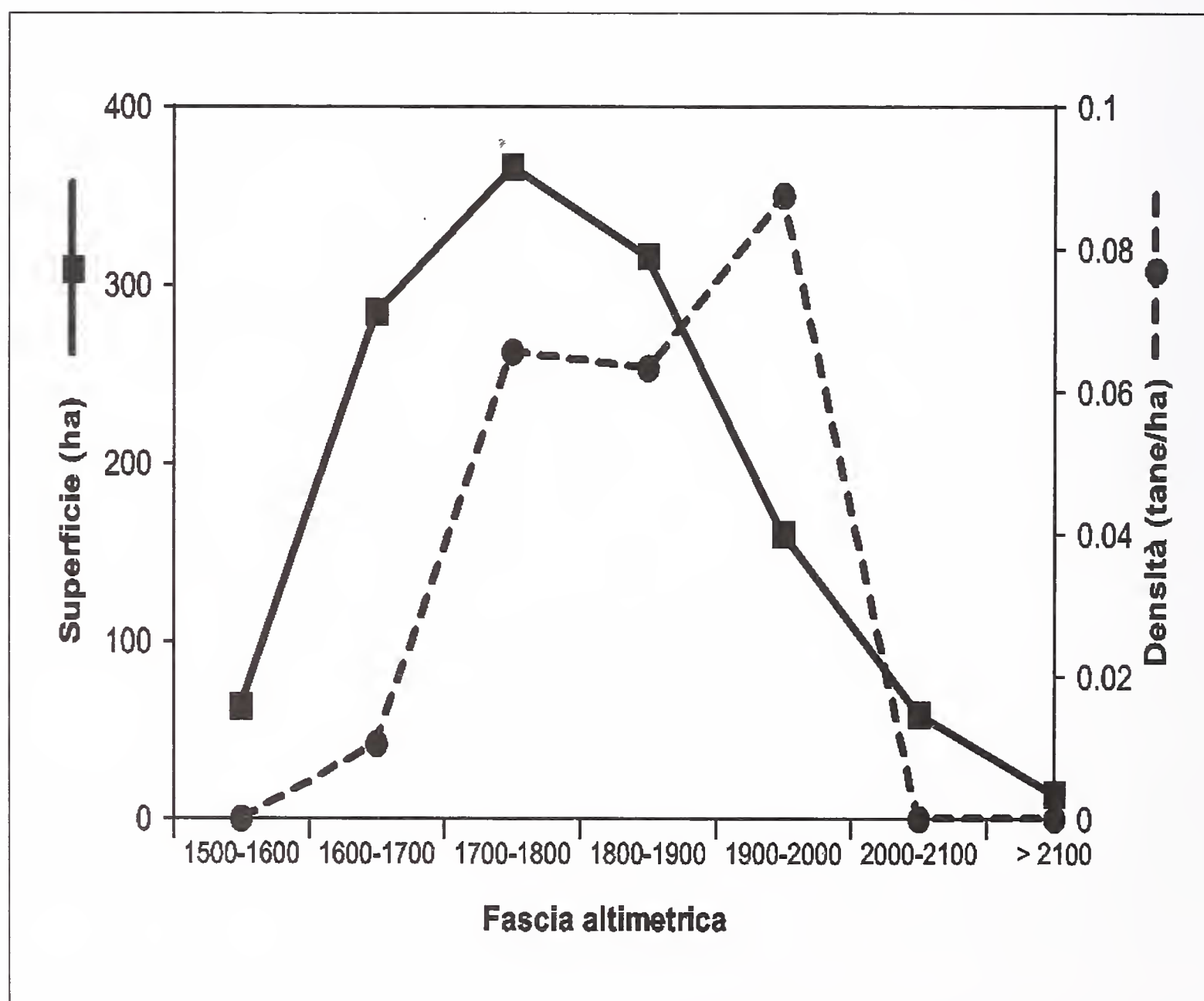


Fig. 1 - Confronto tra disponibilità ambientale e densità dei sistemi di tana per l'altimetria.

Fig. 1 - Comparison between height distribution inside study area and burrow system density by elevation classes.

Esposizione

La distribuzione delle esposizioni secondo gli ottanti (N, NE, E, SE, S, SO, O, NO) mostra una certa disomogeneità. Si osserva una prevalenza delle esposizioni comprese tra Sud e Ovest con un massimo corrispondente ai versanti rivolti verso Sud-Ovest. Un secondo picco, seppur inferiore, si rileva per l'ottante Nord-Est.

La densità delle tane evidenzia un andamento con valori più elevati per le esposizioni Nord-Ovest e Nord e un netto minimo verso Est. Nel confronto tra la disponibilità ambientale e la densità dei sistemi di tana si rileva che i valori di densità più elevati corrispondono agli ottanti nord-occidentali a dispetto della scarsa disponibilità territoriale dei medesimi. Per contro, ai versanti rivolti a Sud-Ovest, ampiamente rappresentati nell'area di studio, corrisponde un valore di densità relativamente basso (Fig. 2). Nonostante tale apparente preferenza per i versanti rivolti a Nord e Nord-Ovest, la differenza nella distribuzione delle tane rispetto all'atteso non risulta significativa ($\chi^2 = 13,85$; G.L.= 7; N.S.). L'assenza di un utilizzo preferenziale per una classe di esposizione non ha reso necessario effettuare il Test di Bonferroni.

Questa distribuzione contrasta con quanto pubblicato da vari Autori (Ventura Luini, 1990; Corona, 1992; Macchi *et al.*, 1992) secondo i quali vi è una preferenza per le esposizioni meridionali. Per contro, i risultati del presente lavoro concordano con quelli di una ricerca condotta in alta Valle Brembana (Frigerio, 1993).

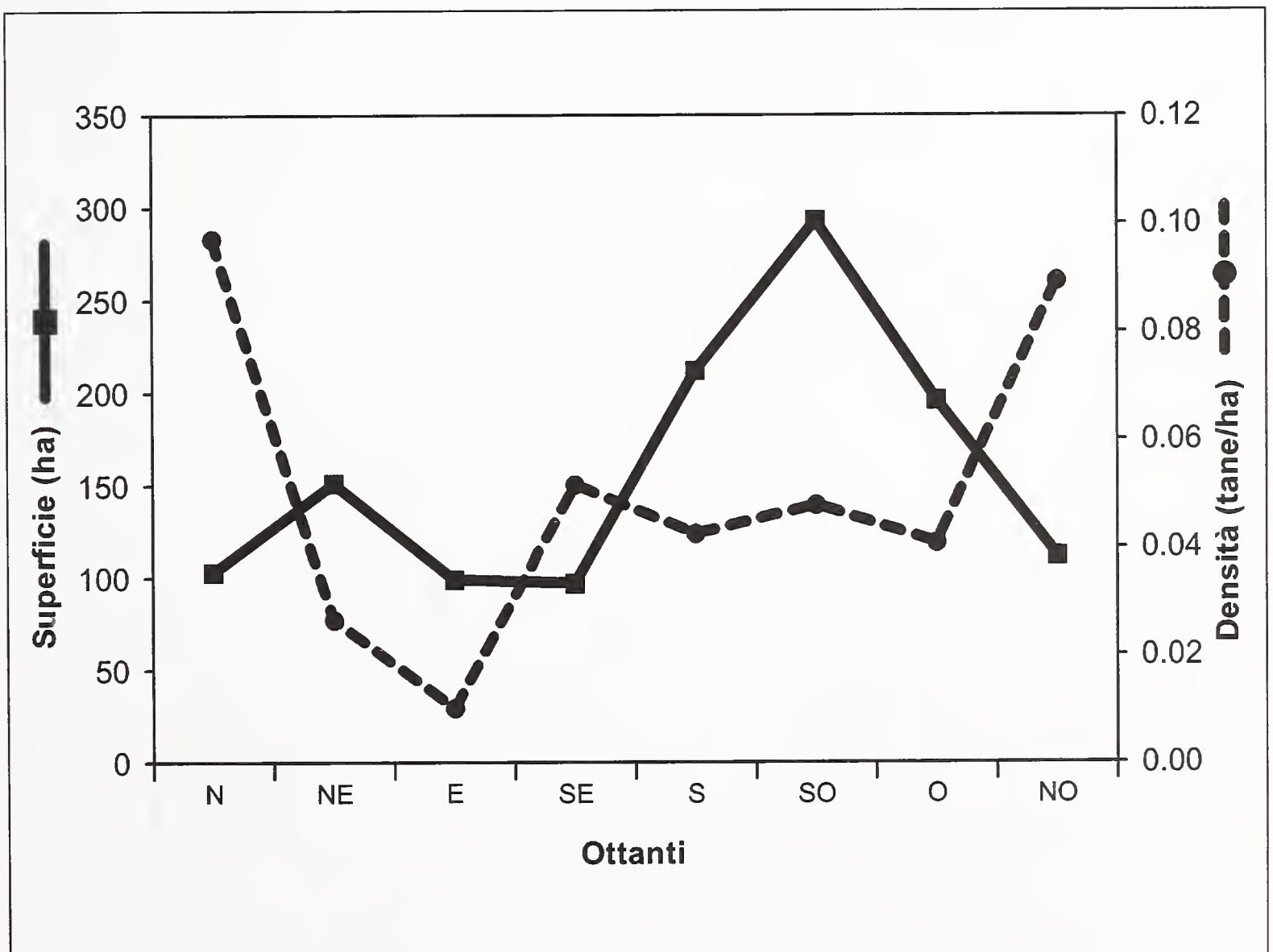


Fig. 2 - Confronto tra disponibilità ambientale e densità dei sistemi di tana per l'esposizione.
 Fig. 2 - Comparison between aspect classes distribution inside study area and burrow system density by aspect class.

Pendenza

Le densità hanno una distribuzione con un marcato massimo nella classe 30°-40° e valori relativamente bassi nelle classi inferiori. Tale elevato valore si realizza in concomitanza con una bassa disponibilità ambientale. Nella classe 10°-20°, invece, a dispetto di un'elevata disponibilità, si riscontra una densità molto bassa (Fig. 3).

Dal Test χ^2 la distribuzione delle tane nelle classi di pendenza risulta non casuale ($\chi^2 = 67,33$; G.L. = 5; $p < 0,001$). Il Test di Bonferroni evidenzia il soprautilizzo della classe 30°-40° ed il sottoutilizzo di quelle inferiori ai 10° e superiori ai 50° ($\alpha = 0,9$; $k = 6$; $p = 0,0083$; $z = 2,395$).

Come già rilevato da altri Autori (Rodrigue *et al.*, 1992), la Marmotta privilegia pendenze intermedie. Vengono meno utilizzate le pendenze basse perché riducono la velocità di fuga dai predatori, espongono le tane ad un maggior rischio di allagamento e determinano uno scioglimento tardivo della neve con riduzione del periodo di attività (Zelenka, 1965).

Le pendenze elevate vengono evitate, presumibilmente, a seguito del maggiore dispendio energetico durante gli spostamenti e per la maggiore instabilità del terreno (Rodrigue *et al.*, 1992).

Va detto che l'elaborazione relativa alle pendenze è stata effettuata dapprima

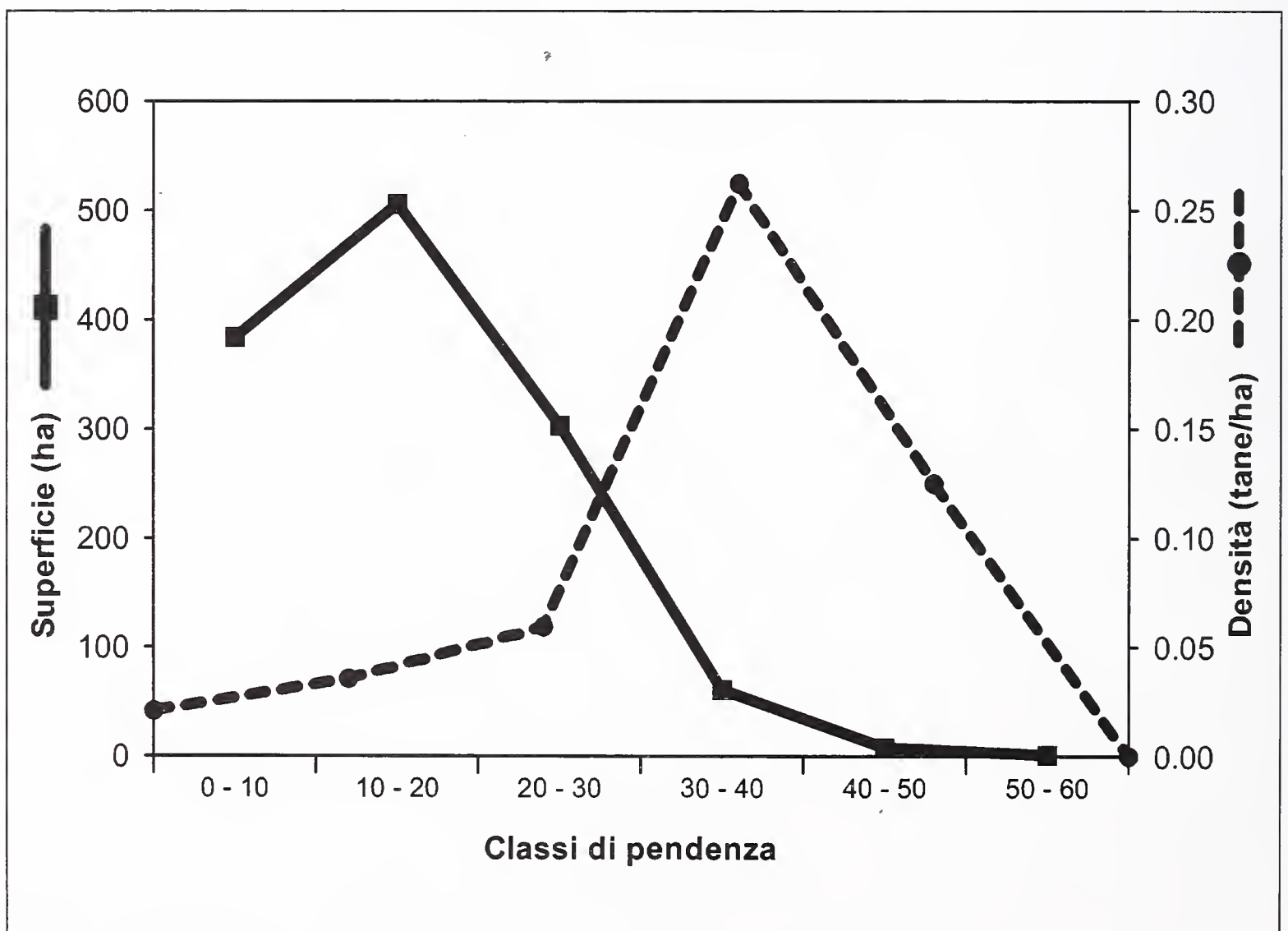


Fig. 3 - Confronto tra disponibilità ambientale e densità dei sistemi di tana per la pendenza.

Fig. 3 - Comparison between slope classes distribution inside study area and burrow system density by slope class.

sulla base delle tre categorie di pendenza utilizzate usualmente (bassa: $<10^\circ$; media: $10-30^\circ$; alta: $>30^\circ$) (Ventura Luini, 1990; Corona, 1992; Frigerio, 1993). Secondo tale suddivisione la distribuzione delle tane risultava casuale ($\chi^2 = 2,38$; G.L. = 2; N.S.).

Il metodo di separazione dei dati risulta quindi critico per l'esatta interpretazione dei dati di pendenza. L'approccio usuale si è rivelato, in questo contesto territoriale, inadeguato. Per questo motivo si è utilizzata la ripartizione in classi di pendenza di 10° ciascuna.

Lavori effettuati utilizzando il criterio di suddivisione delle pendenze in classi ampie 10° ciascuna (Macchi *et al.*, 1992; Bassano *et al.*, 1992) evidenziano come vengano privilegiate le pendenze intermedie, comportamento analogo a quello risultato nel presente lavoro.

Analisi di vocazionalità

Le precedenti elaborazioni hanno fornito i presupposti per l'analisi di idoneità ambientale rispetto ai parametri considerati. Il Test di Bonferroni ha fornito i criteri utili a definire i punteggi di vocazionalità rispetto ai temi considerati e, come somma di tali punteggi, la vocazionalità complessiva dei vari settori dell'area.

A tal fine, sono state dapprima redatte le carte di vocazionalità per i singoli parametri e successivamente è stata elaborata la carta complessiva, che rappresenta, in maniera sintetica, l'idoneità ambientale dei diversi settori dell'area di studio per la Marmotta.

Il livello di utilizzo delle categorie ambientali considerate (fasce altimetriche e classi di pendenza) è stato convertito in punteggio numerico secondo quanto riportato nel paragrafo "Materiali e metodi". Il valore di vocazionalità complessivo di ciascun *pixel* è stato ottenuto sommando i punteggi relativi a quota e pendenza. Nell'elaborazione non è stata presa in considerazione l'esposizione poiché risultata ininfluenza nel determinare l'utilizzo spaziale della Marmotta nell'area indagata.

Il calcolo della superficie complessiva rientrante in ciascuna classe di punteggio permette di rilevare come quasi la metà del territorio in esame assuma punteggi medio-alti (4-5 punti) (Fig. 4). Un altro terzo dell'area presenta un punteggio medio (3 punti). Le aree a punteggio basso (1-2 punti) risultano essere relativamente poco rappresentate. In complesso l'area di studio si presenta piuttosto omogenea dal punto di vista dell'idoneità per la Marmotta, essendo relativamente bassa la superficie poco adatta alla specie.

Dalla carta si osserva, inoltre, che le aree a bassa vocazionalità sono estremamente localizzate. Esse corrispondono alle aree sommitali del gruppo del Campelli e alla parte bassa dei Piani di Bobbio e dei Piani di Artavaggio. Le aree a vocazionalità medio-alta si concentrano attorno ai principali rilievi dell'area (Gruppo del Campelli, Monte Sodadura). Le aree a vocazionalità media corrispondono alle parti superiori dei pianori carsici interposti ai rilievi.

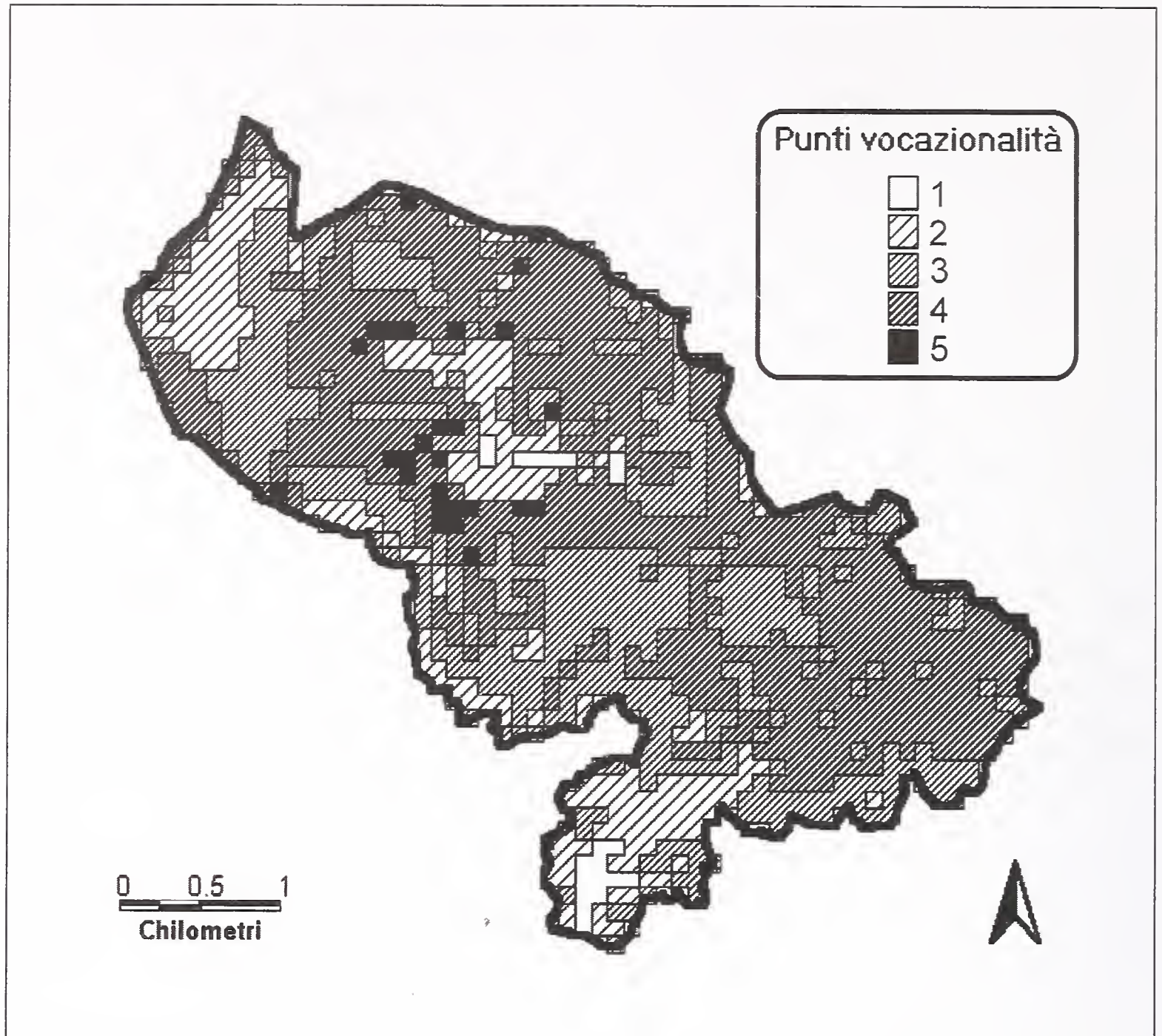


Fig. 4 - Carta di vocalionalità complessiva del territorio.

Fig. 4 - Suitability map of the territory.

I punteggi ottenuti, validi all'interno dell'area come criteri di vocalionalità, possono essere utilizzati, in aree esterne a quella di indagine, come criteri di potenzialità, atti a individuare le aree maggiormente idonee, rispetto ai criteri considerati, ad ospitare la specie.

Aree che risultassero avere punteggi elevati (4-5 punti) secondo i criteri stabiliti in precedenza, risulterebbero essere le più idonee per la specie. Ciò è vero a grandi linee, ma non necessariamente in tutte le situazioni in cui si presentino punteggi elevati. E' infatti possibile che la presenza della Marmotta e/o la possibilità di colonizzazione di nuove aree sia determinata anche da altri fattori ecologici il cui peso, a livello locale, potrebbe essere tale da mascherare l'influenza dei fattori presi in considerazione.

Va sottolineato che la carta di vocalionalità ottenuta, e definita per semplicità carta della vocalionalità complessiva, è frutto di un modello basato solo su tre dei molteplici parametri ambientali che, presumibilmente, determinano la reale distribuzione della Marmotta. I tre parametri utilizzati sono comunque tra i principali

determinanti l'uso dello spazio da parte della specie, visto che da essi dipendono molti altri fattori, quali la distribuzione della vegetazione, lo spessore del manto nevoso, l'assolazione, ecc. (Janeau & Mann, 1988; Lenti Boero, 1988; Grimod & Bassano, 1991).

Il modello proposto è quindi pienamente valido rispetto ad essi, ma perfezionabile inserendo altri fattori. L'introduzione di altri fattori ambientali, per i quali, allo stato attuale, non si dispone di dati utilizzabili, permetterebbe di ottenere una carta di vocazionalità di migliore qualità. Alcune aree idonee per quota, esposizione e pendenza potrebbero infatti non essere colonizzabili per la presenza di fattori di disturbo tra i quali, ad esempio: substrato inadatto allo scavo delle tane; esposizione primaverile alle slavine; elevata presenza di predatori; presenza di elevati carichi di bestiame pascolante; eccessivo disturbo antropico.

Struttura dei sistemi di tana

Le schede compilate sul campo hanno fornito informazioni relative alle caratteristiche morfologiche del territorio dei 61 sistemi di tana presenti. La distribuzione dei sistemi di tana, infatti, sembra essere influenzata oltre che dai parametri altimetria, esposizione e pendenza anche da altri fattori quali: la natura del substrato e il tipo di coperture vegetale (Ferri *et al.*, 1988; Giboulet, 2000).

Dai dati raccolti si evince come la Marmotta prediliga terreni aperti, caratterizzati dal minimo ingombro visivo. Le tipologie maggiormente rappresentate sono risultate la prateria mista a pietraia (43%) e la prateria pura (21%). Anche la pietraia risulta ben utilizzata (18%). La copertura arbustiva, invece, sembra non essere particolarmente apprezzata, infatti non sono stati rilevati sistemi di tana in zone ove era presente solo questo tipo di copertura. Inoltre, quando alla presenza di prateria o pietraia si associa la presenza di arbusteto, la presenza di insediamenti diminuisce (prateria mista ad arbusteto, 8%; pietraia mista ad arbusteto, 2%; prateria e pietraia miste ad arbusteto, 8%).

La scelta di terreni aperti e di praterie d'alta quota è legata a due fattori: maggiore visibilità offerta nei confronti dei predatori di terra e di aria (Pigozzi, 1989) e garanzia di una fonte sicura di cibo; la presenza di massi e pietre fornisce utili punti di avvistamento e di riparo (Macchi *et al.*, 1992).

Per 57 sistemi di tana è stato rilevato il numero di aperture presenti. Per rendere i dati utilizzabili al meglio sono state definite 6 categorie. La categoria "rocce" è stata utilizzata in situazioni dove la presenza di massi e rocce in gran quantità rendeva impossibile l'identificazione e il conteggio degli ingressi. Questa situazione si è verificata nel 33,3% dei casi. Le altre categorie sono così rappresentate: 1-5 ingressi, 1,7%; 6-10 ingressi, 28,1%; 11-15 ingressi, 17,5%; 16-20 ingressi, 7,0%; > 20 ingressi, 12,3%.

Analisi della struttura di alcune tane

L'analisi della struttura dei sistemi di tana è stata effettuata su quattro colonie campione, selezionate a caso tra quelle per le quali era possibile il rilevamento accurato di tutti i parametri considerati: due sono localizzate nell'area dei Piani di Bobbio (B13, B21) e due nel comprensorio dei Piani di Artavaggio (A4, A6).

Le caratteristiche di queste colonie sono riportate nella Tabella 1.

Tab. 1 - Caratterizzazione dei sistemi di tana.

Tab. 1 - Characterization of the burrow systems.

Colonia	Altitudine media	Esposizione	Pendenza (gradi)	Habitat
A4	1.735	O	25	Prateria
A6	1.810	S	40	Prateria/pietraia/arbusteto
B13	1.800	SO	10	Prateria/pietraia
B21	1.690	N	10	Prateria

Per quanto riguarda l'esposizione delle aperture dei sistemi di tana, è risultata una marcata corrispondenza tra l'orientamento del versante sul quale la colonia è insediata e l'orientamento del maggior numero di ingressi.

Per la larghezza e l'altezza delle aperture si è rilevata una sostanziale uniformità tra i quattro sistemi di tana presi in considerazione.

Il valore medio dell'altezza varia tra 17,0 cm e 20,8 cm. Per la larghezza si hanno medie oscillanti tra 20,9 cm e 24,7 cm. Gli estremi dimensionali per l'altezza sono di 14 cm (Min) e di 35 cm (Max), mentre per la larghezza sono di 13 cm (Min) e di 42 cm (Max). Tali valori sono in linea con quanto rilevato in altri lavori (Grimod & Bassano, 1991; Rovelli, 1995).

I valori medi relativi ai singoli sistemi di tana sono riportati in Tabella 2.

La differenza tra tali medie risulta quasi sempre non significativa ad un Test *t* per campioni di varianza analoga. L'unica eccezione è relativa al confronto tra le altezze delle colonie A4 e B13 per le quali risulta una differenza significativa ($t = -2,05$; $GL = 31$; $p < 0,05$).

Tab. 2 - Caratteristiche strutturali dei sistemi di tana: altezza e larghezza (in cm).

Tab. 2 - Structural characteristics of the burrow systems: height and width (in cm).

Parametri	Colonia	N° ingressi	media	DS	Min	Max
Altezza	A4	24	20,8	5,1	15	35
Larghezza	A4	24	21,8	7,0	14	40
Altezza	A6	7	18,0	3,8	14	25
Larghezza	A6	7	24,7	8,0	16	40
Altezza	B13	9	17,0	3,4	14	23
Larghezza	B13	9	22,4	8,2	15	42
Altezza	B21	18	19,9	3,7	15	30
Larghezza	B21	18	20,9	6,9	13	42

Il valore medio dell'inclinazione del primo tratto del cunicolo risulta compreso tra i 18,0° e i 26,4° (Tab. 3). I valori estremi registrati sono di 4° e di 65°. Tale valore è paragonabile a quelli rilevati in altri studi (Ventura Luini, 1990). Dal confronto statistico tra i diversi sistemi di tana le medie rilevate non risultano significativamente differenti (Test *t*. A4-A6: $t = 0,430$; G.L. = 29; NS. A4-B13: $t = 0,279$;

G.L.= 31; NS. A4-B21: $t = 0,003$; G.L.= 40; NS. A6-B13: $t = 0,970$; G.L.= 14; NS. A6-B21: $t = 1,487$; G.L.= 23; NS. B13-B21: $t = 0,425$; G.L.= 25; NS).

Tab. 3 - Caratteristiche strutturali dei sistemi di tana: inclinazione del primo tratto dei cunicoli (in gradi).

Tab. 3 - Structural characteristics of the burrow systems: inclination of the first part of the burrows (in degrees).

Colonia	N° ingressi	media	DS	Min	Max
A4	24	24,0	9,3	5	42
A6	7	18,0	9,3	4	30
B13	9	26,4	19,8	5	65
B21	18	24,0	8,4	9	40

Per una più precisa descrizione delle colonie si è anche valutata la lunghezza del primo tratto dei cunicoli. In tre delle quattro colonie analizzate il maggior numero rientra nella categoria di lunghezza intermedia (compresa tra 50 cm e 100 cm). Nel caso restante si ha un numero pressoché uguale di cunicoli di lunghezza media o elevata (>100 cm). Valori analoghi sono riportati in letteratura (Rovelli, 1995).

Relativamente alla protezione degli ingressi si osserva una elevata variabilità tra i diversi sistemi (Tab. 4). Le differenze riscontrate risultano significative ad un test χ^2 calcolato per una tabella di contingenza 4x4 ($\chi^2 = 23,44$; G.L. = 9; $p < 0,01$).

In un caso (B21) il maggior numero di ingressi risulta protetto da massi, arbusti o da entrambi. All'estremo opposto, in A4 risulta sempre assente la protezione. Nei due casi restanti si ha un numero pressoché uguale di ingressi con o senza protezione.

Tab. 4 - Caratteristiche strutturali dei sistemi di tana: protezione degli ingressi.

Tab. 4 - Structural characteristics of the burrow systems: entrances protection.

Colonia	nulla	masso	arbusto	masso/arbusto
A4	24	0	0	0
A6	3	3	0	1
B13	4	3	1	1
B21	8	4	2	4

Anche nel caso della dimensione e della struttura del terrazzino si osservano differenze tra le diverse colonie (Tab. 5). Un test χ^2 calcolato per una tabella di contingenza 4x4 ha permesso di verificare la significatività delle differenze ($\chi^2 = 18,44$; G.L. = 9; $p < 0,05$).

In due di esse (A4 e B13) si osserva una prevalenza degli ingressi privi di materiale di sterro delle tane. In A6 vi è una netta prevalenza di ingressi con abbondante materiale. In B21 si ha un'equa ripartizione tra ingressi privi di terrazzino o con, rispettivamente, scarso, medio o elevato quantitativo di materiale.

Tab. 5 - Caratteristiche strutturali dei sistemi di tana: dimensione del terrazzino.

Tab. 5 - Structural characteristics of the burrow systems: terrace dimension.

Colonia	nullo	poco	medio	tanto
A4	14	2	2	6
A6	1	0	1	4
B13	7	2	0	0
B21	4	3	5	6

Si è anche preso in considerazione il materiale costituente i terrazzini. Esso è risultato, pressoché nella totalità dei casi, consistere in terra e pietra.

Ringraziamenti

Si desidera ringraziare: i Sindaci e le Amministrazioni comunali di Barzio e di Moggio, per la disponibilità dimostrata; il Dottor Maurizio Falcitelli per la collaborazione fornita in tutte le fasi della ricerca, il Dottor Aldo Oriani per la lettura critica del testo e per le informazioni di carattere storico, il Dottor Maurizio Favaron per il supporto informatico e per i consigli tecnici e la Dottoressa Ilaria Turrio per la revisione del testo in lingua inglese.

Bibliografia

- Akima H., 1978 - A method for bivariate interpolation and smooth surface fitting for irregularly distributed data points. *ACM Transactions on Mathematical Software*, 4 (2): 148-159.
- Arrigoni G., 1840 - Notizie storiche della Valsassina e delle Terre limitrofe. *Pirola*, Milano.
- Apollonio M., 1987 - I modelli di valutazione ambientale per gli Ungulati con particolare riferimento allo Stambecco. *Atti Conv. Int. "Lo Stambecco delle Alpi", Valdieri, Parco Naturale Argentera: 93-97.*
- Arnold W., 1992 - Social evolution and obligatory group hibernation in marmots. *Proc. of the 1st Int. Symp. on Alpine marmot and on gen. Marmota*, Torino: 47-54.
- Bassano B., Grimod I. & Peracino V., 1992 - Distribuzione di Marmotta alpina in Valle d'Aosta e analisi di vocazionalità. *Proc. of the 1st Int. Symp. on Alpine marmot and on gen. Marmota*, Torino: 111-115.
- Bertolini E., Cassani M., Cagnolaro L., Pustorino F., Spagnesi M. & Tosi G., 1979 - La distribuzione degli ungulati e della Marmotta nel parco Nazionale dello Stelvio, nelle Alpi e Prealpi lombarde e nel Cantone Ticino (Svizzera). *Ric. Biol. selvaggina*, Bologna, 66: 38-49.
- Bianchi C., 1994 - Analisi e valutazione delle preferenze ambientali della Marmotta alpina (*Marmota marmota marmota*, L. 1758) in Valsassina orientale (Prealpi Lecchesi, Lombardia). *Tesi di Laurea. Università degli Studi di Milano*, Milano.

- Bini A., 1986 - Il clima del gruppo delle Grigne. *Materiali, monografie periodiche dei Musei Civici di Lecco*, Lecco.
- Brichetti P. & Fasola M., 1990 - Atlante degli uccelli nidificanti della Lombardia. *Rampeto*, Brescia.
- Bovone N., 1994 - Un modello di valutazione ambientale per la reintroduzione della Marmotta alpina. *Tesi di Laurea. Università degli Studi di Milano*, Milano.
- Buzzoni R., 1974 - Barzio, pagine di cronaca vissuta. *Cattaneo*, Bergamo.
- Castiglioni R., 2001 - Distribuzione e preferenze ambientali della Marmotta alpina (*Marmota marmota marmota*, L.1758) in Valsassina Orientale (Prealpi Orobie). *Tesi di Laurea. Università degli Studi di Milano*, Milano.
- Cermenati M., 1892 - Bellezze naturali dei dintorni di Lecco. *Fratelli Grassi*, Lecco.
- Corona C., 1992 - Osservazioni sulla distribuzione ed abbondanza della Marmotta alpina (*Marmota marmota* L.) nel territorio bellunese. *Proc. of the 1st Int. Symp. on Alpine marmot and on gen. Marmota*, Torino: 117-121.
- Ferri M., Pigozzi G., Sala L., Sala C., Spampanato A., Tarantino J., Tongiorgi P. & Tosi L., 1988 - Primi risultati di una ricerca sulla popolazione di *Marmota marmota* del crinale appenninico tosco-emiliano. *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina*, Bologna, 14: 339-349.
- Fornasari L., Bottoni L., Massa R., Fasola M., Brichetti P. & Vigorita, 1992 - Atlante degli uccelli svernanti in Lombardia. *Regione Lombardia, Università degli Studi di Milano*, Milano.
- Franconi V., 1971 - Osservazioni sulla geomorfologia e l'Idrobiologia del Gruppo delle Grigne. *Geologia Tecnica*, 18: 71-101.
- Frigerio D., 1993 - Analisi dei parametri ecologici della popolazione di Marmotta (*Marmota marmota*) in alta Valle Brembana (Alpi Orobie). *Tesi di Laurea. Università degli Studi di Milano*, Milano.
- Frigerio D., Panseri M. & Ferrario E., 1994 - Alpine Marmot in the Orobie Alps: analysis of ecological parameters. *Abstract of the Second International Conference on Marmots*. Aussois: 74.
- Gianola C., 1890 - Notizie storiche di Premana. *Tipografia Salesiana*. Torino.
- Giboulet O., 2000 - Processus de colonisation et de sélection de l'habitat chez la marmotte alpine (*Marmota marmota* L., 1758) *Thèse de Doctorat, Université Claude Bernard*, Lyon.
- Grimod I. & Bassano B., 1991 - La Marmotta in Valle d'Aosta: ecologia e distribuzione. Aosta: 1-73.
- Janeau G. & C. Mann., 1988 - Organisation sociale et occupation de l'espace chez la Marmotte des Alpes. *Atti del II Incontro di Studio sulla Marmotta alpina, Coll. Scient. P.N.G.P.*, Torino: 25-34.
- Lenti Boero D., 1985 - Ecologia degli insediamenti e utilizzo delle tane nella Marmotta alpina. *Atti IV congresso nazionale della Divisione Ricerca di Base in Psicologia*, Ravello.
- Lenti Boero D., 1988 - Distribuzione degli insediamenti e stima della densità di Marmotta alpina (*Marmota marmota* L.): metodi di indagine per zone campione e loro implicazioni preliminari. *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina*, Bologna, 16: 353-364.

- Macchi E., Bassano B., Durio P., Tarantola M. & Vita A., 1992 - Ecological parameters affecting the settlement's choice in alpine marmot (*Marmota marmota*). *Proc. of the 1st Int. Symp. on Alpine marmot and on gen. Marmota*, Torino, 123-127.
- Mann C.S. & Janeau G., 1988 - Occupation de l'espace, strutture sociale, et dynamique d'une population de Marmottes des Alpes (*Marmota marmota* L.). *Gibier Faune Sauvage*, 5: 427-445.
- Mapinfo, 1985-1996 - Mapinfo Professional Version 4.1. User manual.
- Medici G., 1836 - Saggio della Storia Naturale del Monte Legnone e del Piano di Colico. *Fusi*, Pavia.
- Nangeroni G., 1992 - Geomorfologia lariana. *Vita e pensiero*, Milano.
- Panseri M., 1992 - La Marmotta alpina sulle Alpi Orobie e sulle Prealpi bergamasche. Osservazioni preliminari per una analisi della popolazione. *Proc. of the 1st Int. Symp. on Alpine marmot and on gen. Marmota*, Torino: 235-237.
- Peracino V. & Bassano B., 1987 - La Marmotta (*Marmota marmota* L.) nel Parco Nazionale Gran Paradiso: metodologie di censimento e valutazione della distribuzione (1986-1987). *Coll. Scient. P.N.G.P.*, Torino: 13-24.
- Peracino V. & Bassano B., 1992 - La Marmotta (*Marmota marmota* L.) nel Parco Nazionale Gran Paradiso: valutazione della densità e distribuzione. *Proc. of the 1st Int. Symp. on Alpine marmot and on gen. Marmota*, Torino: 257-259.
- Pigozzi G., 1985 - Scavo di un sistema di tana di Marmotta Alpina in Val di Peder (Parco nazionale dello Stelvio). *Atti Soc. It. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat. Milano*, Milano, 126 (1-2): 59-62.
- Prigioni C., Cantini M. & Zilio A. (eds.), 2001 - Atlante dei Mammiferi della Lombardia. *Regione Lombardia e Università degli Studi di Pavia*.
- Ravazzi C., Andreis C., Armiraglio S., Caccianiga M. & Verde S., 2000 - Guida all'escursione geobotanica in Valtorta e Piani di Bobbio (Prealpi calcaree meridionali, Settore Lombardo). http://www.dip-biol.unimi.it/sezione_her/congresso/Escursione_1.htm
- Rodrigue I., Allaine D., Ramousse R. & Le Berre M., 1992 - Space occupation strategy related to ecological factors in alpine marmot (*Marmota marmota*). *Proc. of the 1st Int. Symp. on Alpine marmot and on gen. Marmota*, Torino: 135-141.
- Rovelli B., 1995 - Ecologia della Marmotta (*Marmota marmota* L.) nell'Appennino Ligure. *Tesi di Laurea. Università degli Studi di Milano*, Milano.
- SHI (Societas Herpetologica Italica) Sez. Lombardia, 2000 - Progetto atlante erpetologico lombardo. <http://www.unipv.it/webbio/shi/atlas.htm>
- Ventura Luini P., 1990 - Indagine conoscitiva sulla Marmotta alpina nel parco Naturale di Panaveggio Pale di San Martino. Nuovi contributi di ricerca, *Atti del Convegno. Provincia Autonoma di Trento*, Trento: 33-66.
- Zelenka G., 1965 - Observations sur l'ecologie de la marmotte des alpes. *Terre vie*. Paris, 19: 238-256.

Ricevuto: 23 febbraio 2004

Approvato: 6 settembre 2004